

5

## Kraftstoffinjektor mit direkter Nadelsteuerung

### Technisches Gebiet

10

Zur Versorgung der Brennräume von Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoff werden Kraftstoffinjektoren eingesetzt. Insbesondere bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen wird der Einspritzdruck über einen Hochdruckspeicher bereitgestellt. Aufgrund des im Vergleich zur Einspritzmenge großen Kraftstoffvolumens im Hochdruckspeicher werden Druckschwankungen während des Einspritzvorganges vermieden. Der Betrieb der Kraftstoffinjektoren erfolgt hydraulisch mit dem über den Hochdruckspeicher bereit gestellten Kraftstoff.

20

### Stand der Technik

25

Kraftstoffinjektoren wie sie nach dem Stand der Technik für Hochdruckspeichersysteme eingesetzt werden, sind zum Beispiel aus Mollenhauer, Handbuch Dieselmotoren, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 2002 bekannt. Bei Kraftstoffinjektoren für Hochdruckspeichersysteme ist sowohl der Öffnungs- als auch die Schließvorgang hydraulisch gesteuert. Hierzu wird ein Steuerraum, in dem sich Kraftstoff unter Einspritzdruck befindet, durch ein Steuerventil verschlossen. Der Kraftstoffdruck wirkt auf die Rückseite eines Steuerkolbens, der in den Steuerraum hinein wirkt, und auf eine Druckschulter an einem Einspritzöffnungen verschließenden Einspritzventilglied. Dabei ist die hydraulische Kraft auf die Rückseite des Steuerkolbens der hydraulischen Kraft, die auf die Druckschulter wirkt, entgegengesetzt. Aufgrund der größeren Fläche am Steuerkolben bleibt die Düse geschlossen. Sobald das Steuerventil den Steuerraum öffnet, wird der Druck im Steuerraum abgebaut und die hydraulische Kraft auf die Druckschulter wird größer als die auf die Rückseite des Steuerkolbens wirkende Druckkraft. Dies führt dazu, dass das Einspritzventilglied öffnet.

30

35

Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektoren erfolgt die Kraftstoffversorgung sowohl des Steuerraumes als auch eines Druckraumes, aus dem der Kraftstoff über Einspritzöffnungen in den Brennraum gelangt, über Zuleitungen im Injektorgehäuse.

-2-

Zudem haben die aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektoren mit Einspritzventilglied, Steuerkolben und Steuerventil einen komplexen Aufbau. Ferner ist es erforderlich, bei den aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektoren Kraftstoffleitungen im Gehäuse zu fertigen.

5

### Darstellung der Erfindung

Ein erfindungsgemäß ausgebildeter Kraftstoffinjektor für Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoffhochdruckspeicher umfasst einen Druckübersetzer und ein Einspritzventilglied.

10 Das Einspritzventilglied ist vorzugsweise in einen Übersetzerabschnitt, einen Führungsabschnitt und einen Nadelabschnitt geteilt, wobei der Nadelabschnitt des Einspritzventilgliedes zumindest eine Einspritzöffnung verschließt bzw. zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum der Verbrennungskraftmaschine frei gibt. Der Druckübersetzer des Kraftstoffinjektors ist in einem Übersetzergehäuse aufgenommen und stützt sich auf ein  
15 das Übersetzergehäuse umgebenes Federelement ab. Mit seiner anderen Seite stützt sich das Federelement auf einer am Übersetzergehäuse ausgebildete Stufe ab, wodurch das Übersetzergehäuse auf einem das Einspritzventilglied umschließenden Düsengehäuseteil fixiert ist. Geeignete Federelemente sind insbesondere Rohrfedern, es können jedoch auch Spiralfedern oder andere ringförmig ausgebildete Federelemente eingesetzt werden.

20

Der Druckübersetzer, das Übersetzergehäuse und ein zur Betätigung des Kraftstoffinjektors eingesetzter Aktor sind durch ein Injektorgehäuseteil umschlossen, welches vorzugsweise kraftschlüssig mittels einer Düsenspannmutter, mit dem Düsengehäuseteil verbunden ist.

25 Der zur Ansteuerung des Kraftstoffinjektors eingesetzte Aktor ist vorzugsweise ein Piezoaktor. Neben dem Piezoaktor können jedoch auch Elektromagneten oder hydraulisch/mechanische Steller eingesetzt werden.

30 Der Übersetzerabschnitt des Einspritzventilgliedes ist durch eine Hülse umschlossen, in welcher das Einspritzventilglied geführt ist. An einer dem Übersetzergehäuse zugewandten Stirnseite der Hülse ist eine Beißkante ausgebildet. Mittels eines Federelementes, welches auf eine der Beißkante gegenüberliegende Stirnseite der Hülse wirkt, wird die Beißkante der Hülse gegen den Absatz des Übersetzergehäuses gepresst. Hierdurch entsteht eine druck- und damit flüssigkeitsdichte Verbindung. Die andere Seite des Federelementes, 35 welches den Übersetzerabschnitt des Einspritzventilgliedes umgibt, stützt sich auf einen Ring auf, welcher in einem Einstich zwischen dem Übersetzerabschnitt und dem Führungsabschnitt des Einspritzventilgliedes angeordnet ist.

-3-

Durch die Hülse und den Absatz des Übersetzergehäuses wird ein rotationssymmetrischer Übersetzerraum umschlossen, welcher an seiner dem Aktor zugewandten Seite durch eine untere Stirnfläche des Druckübersetzers und an seiner der mindestens einen Einspritzöffnung des Kraftstoffinjektors zugewandten Seite durch eine Stirnfläche des Übersetzerbereichs des Einspritzventilgliedes begrenzt wird.

Der Betrieb des Kraftstoffinjektors erfolgt hydraulisch mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff. Der Systemdruck liegt dabei vorzugsweise im Bereich von 1300 bis 1600 bar.

- 10 Der unter Systemdruck stehende Kraftstoff strömt aus dem Kraftstoffhochdruckspeicher über eine Kraftstoffzuleitung in einen den Aktor umgebenden Ringraum. Aus dem Ringraum strömt der Kraftstoff durch einen Spalt zwischen dem Druckübersetzer und der Innenwand des Injektorgehäuseteils in einen das Übersetzergehäuse umgebenden ersten Federraum. Von dort strömt der Kraftstoff über mindestens eine Nut in der Stufe des Übersetzergehäuses auf der sich das Federelement abstützt, und die als Führung des Übersetzergehäuses, im Injektorgehäuseteil dient, über Nuten im Düsengehäuseteil und einen Ringspalt zwischen der Innenwand des Düsengehäuseteils und der Außenwand der Hülse in einem zweiten Federraum. Aus dem zweiten Federraum gelangt der Kraftstoff entlang einem Anschliff im Führungsabschnitt des Einspritzventilgliedes in einen den Nadelabschnitt
- 15 20 des Einspritzventilgliedes umgebenen Druckraum. Hierdurch sind sowohl der Ringraum, der erste Federraum, der zweite Federraum und der Druckraum mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff gefüllt.

Die Befüllung des Übersetzerraumes erfolgt vorzugsweise durch Führungsleckage zwischen der Innenfläche der Hülse und dem Übersetzerabschnitt des Einspritzventilgliedes oder durch Führungsleckage zwischen dem Übersetzergehäuse und dem Druckübersetzer. Für den Betrieb des Kraftstoffinjektors ist es erforderlich, dass sich der Druck im Übersetzerraum ändert. Hierdurch kann der Druck im Übersetzerraum vom Systemdruck verschieden sein und sich somit auch von dem Druck in dem den Übersetzerraum umgebenden Ringspalt unterscheiden. Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass die durch die Beißkante an der Hülse gebildete Verbindung zwischen der Hülse und dem Absatz im Übersetzergehäuse druckdicht ist.

Zum Schließen der mindestens einen Einspritzöffnung durch den Nadelabschnitt des Einspritzventilgliedes wird der Piezoaktor bestromt. Hierdurch dehnen sich die Kristalle im Piezoaktor aus und der Piezoaktor längt sich. Der Piezoaktor wirkt direkt auf eine obere Stirnfläche des Druckübersetzers, wodurch dieser bei bestromten Piezoaktor in den Übersetzerraum einfährt. Hierdurch verkleinert sich das Volumen des Übersetzerraumes und der Druck im Übersetzerraum steigt. Aufgrund des steigenden Druckes im Übersetzerraum

-4-

nimmt die hydraulische Kraft, die auf die Stirnfläche des Übersetzerabschnitts des Einspritzventilgliedes wirkt, zu. Hierdurch wird das Einspritzventilglied in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung bewegt und verschließt diese. Das den Übersetzerabschnitt des Einspritzventilgliedes umgebende Federelement wirkt unterstützend beim Schließvorgang.

Zum Öffnen der mindestens einen Einspritzöffnung wird die Bestromung des Piezoaktors aufgehoben. Hierdurch kontrahieren die Piezokristalle und der Piezoaktor zieht sich zusammen. Hierdurch bewegt sich der Druckübersetzer aus dem Übersetzerraum, wodurch sich dessen Volumen vergrößert. Unterstützend bei der Bewegung des Druckübersetzers wirkt das das Übersetzergehäuse umgebende Federelement, welches sich auf eine Stufe am Druckübersetzer stützt.

Durch das sich vergrößernde Volumen im Übersetzerraum nimmt der Druck im Übersetzerraum ab. Hierdurch reduziert sich ebenfalls die auf die Stirnfläche des Übersetzerabschnitts des Einspritzventilgliedes wirkende hydraulische Kraft. Auf Druckstufen am Einspritzventilglied wirkt eine hydraulische Kraft, die der hydraulischen Kraft entgegengesetzt ist, die auf die Stirnfläche des Übersetzerabschnitts des Einspritzventilgliedes wirkt. Sobald die auf die Druckstufen wirkende Kraft größer ist als die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche des Übersetzerabschnitts und die Federkraft des den Übersetzerabschnitt umgebenden Federelementes, hebt der Nadelabschnitt des Einspritzventilgliedes aus seinem Dichtsitz und gibt die so die mindestens eine Einspritzöffnung frei.

Zum erneuten Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung wird der Piezoaktor wieder bestromt, wodurch sich die Piezokristalle ausdehnen und der Piezoaktor längt. Hierdurch wird der Druckübersetzer wieder in den Übersetzerraum bewegt, wodurch sich das Volumen des Übersetzerraumes verringert und der Druck darin ansteigt. Aufgrund des steigenden Druckes im Übersetzerraum nimmt die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche des Übersetzerabschnitts des Einspritzventilgliedes zu. Sobald diese Kraft größer ist, als die auf die Druckstufen des Einspritzventilgliedes in entgegengesetzte Richtung wirkende hydraulische Kraft, wird der Nadelabschnitt des Einspritzventilgliedes wieder in seinen Dichtsitz gestellt und verschließt so die mindestens eine Einspritzöffnung.

#### Zeichnung

35

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher beschrieben.

Die einzige Figur zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor.

Ausführungsvarianten

In Figur 1 ist ein erfindungsgemäß ausgebildeter Kraftstoffinjektor dargestellt.

5

Bei einem erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor 1 gelangt zunächst Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 2 mittels einer Hochdruckpumpe 3 über eine Hochdruckleitung 4 in eine Kraftstoffhochdruckspeicher 5. Am Kraftstoffhochdruckspeicher 5 sind Anschlüsse 6 angeordnet, die der Anzahl der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine entsprechen. Jeder der Anschlüsse 6 ist über eine Kraftstoffzuleitung 7 mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor 1 verbunden. Der Kraftstoffinjektor 1 umfasst einen als Übersetzerkolben ausgebildeten Druckübersetzer 8, der in einem Übersetzergehäuse 9 geführt ist, sowie ein Einspritzventilglied 10. Das Einspritzventilglied 10 ist in einer bevorzugten Ausführungsform des Kraftstoffinjektors 1 in einen Übersetzerabschnitt 11, einen Führungsabschnitt 12 und einen Nadelabschnitt 13 gestuft.

10

15

Der Druckübersetzer 8, das Übersetzergehäuse 9 und das Einspritzventilglied 10 sind in einem Gehäuse aufgenommen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gehäuse in ein Injektorgehäuseteil 14 und ein Düsengehäuseteil 15 aufgeteilt. Die Verbindung des Injektorgehäuseteils 14 und des Düsengehäuseteils 15 erfolgt vorzugsweise kraftschlüssig mittels eines hier nicht dargestellten Düsenspannmutter.

20

25

30

35

Weiterhin umfasst der Kraftstoffinjektor 1 eine Einspritzöffnung 16, welche durch den Nadelabschnitt 13 des Einspritzventilgliedes 10 verschlossen werden kann. Zum Verschließen der Einspritzöffnung 16 wird der Nadelabschnitt 13 des Einspritzventilgliedes 10 an eine oberhalb der Einspritzöffnung 16 angeordnete Dichtkante 17 gestellt. Eine ausschließlich axiale Bewegung zum Öffnen und Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung 16 wird dadurch gewährleistet, dass das Einspritzventilglied 10 mit seinem Führungsabschnitt 12 in einer im Düsengehäuseteil 15 angeordneten Nadelführung 18 geführt ist. Zudem ist der Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 von einer Hülse 19 umschlossen, welche ebenfalls als Nadelführung dient. Ferner dient die Hülse 19 als seitliche Begrenzung eines Übersetzerraumes 20. Hierzu ist die Hülse 19 mit einer Beißkante 21 versehen, die gegen einen Absatz 22 des Übersetzergehäuses 9 gepresst wird. Hierdurch wird eine flüssigkeits- und damit druckdichte Verbindung der Hülse 19 mit dem Absatz 22 des Übersetzergehäuses 9 erreicht.

An einer der Beißkante 21 gegenüberliegenden Stirnfläche 23 der Hülse 19 stützt sich ein Federelement 24 ab. Das Federelement 24 ist ringförmig ausgebildet und umschließt den Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10. Als Federelemente 24 eignen sich

-6-

zum Beispiel Spiralfedern, Rohrfedern oder weitere dem Fachmann bekannte, ringförmig ausgebildete Federelemente. Mit seiner anderen Seite stützt sich das Federelement 24 gegen einen Ring 25, welcher vorzugsweise in einem Einstich 26, der sich zwischen dem Übersetzerabschnitt 11 und dem Führungsabschnitt 12 des Einspritzventilgliedes 10 befindet, angeordnet ist.

Das Übersetzergehäuse 9 ist von einem zweiten Federelement 27 umgeben, welches sich mit einer Seite auf einer Stufe 28 am Übersetzergehäuse 9 und mit seiner anderen Seite an einem Ring 29, welcher an einer Stufe 30 am Druckübersetzer 8 anliegt, abstützt. Die Stufe 10 28 dient dabei gleichzeitig als Führung des Übersetzergehäuses 9 im Injektorgehäuseteil 14. Durch die von dem Federelement 27 aufgebrachte Federkraft wird das Übersetzergehäuse 9 auf einem Absatz 31 am Düsengehäuseteil 15 fixiert. Das Federelement 27 ist in einem ersten Federraum 32 aufgenommen, welcher zwischen dem Übersetzergehäuse 9 und der Innenwand 33 des Injektorgehäuseteils 14 angeordnet ist. In der Stufe 28 des Übersetzergehäuses 9 ist mindestens eine Nut 34, die vorzugsweise axial ausgerichtet ist, aufgenommen. Über die mindestens eine Nut 34, im Absatz 31 am Düsengehäuseteil 15 ausgebildete Nuten 35 und einen mindestens eine Ringspalt 36, der zwischen der Außenwand 37 der Hülse 19 und der Innenwand 38 des Düsengehäuseteils 15 ausgebildet ist, steht der erste Federraum 32 mit einem den Übersetzerabschnitts 11 des Einspritzventilgliedes 10 15 umgebenden zweiten Federraum 39 in hydraulischer Verbindung. Hierzu sind die mindestens eine Nut 34 und die Nuten 35 im Absatz 31 des Düsengehäuseteils 15 vorzugsweise so ausgerichtet, dass ihre Positionen radial und axial übereinstimmen. Der zweite Federraum 39 steht über mindestens einen Kanal, der zwischen mindestens einem Anschliff 40 im Führungsabschnitt 12 des Einspritzventilgliedes 10 und der Nadelführung 18 ausgebildet 20 ist, in hydraulischer Verbindung mit einem Druckraum 41.

Die Steuerung des Kraftstoffinjektors 1 erfolgt über einen Aktor, welcher auf eine obere Stirnfläche 42 des Druckübersetzers 8 wirkt. Als Aktor wird vorzugsweise ein Piezoaktor 43 eingesetzt. Es eignen sich aber auch Elektromagneten oder hydraulisch/mechanisch 30 Steller.

Der Betrieb des Kraftstoffinjektors 1 erfolgt hydraulisch mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff. Der Kraftstoff wird durch den Kraftstoffhochdruckspeicher 5 bereitgestellt. Über die Kraftstoffzuleitung 7 strömt der Kraftstoff in einen Ringraum 44, der den Piezoaktor 43 umgibt. Über einen Spalt 45 zwischen dem Druckübersetzer 8 und der Innenwand 33 des Injektorgehäuseteils 14 gelangt der unter Systemdruck stehende Kraftstoff in den ersten Federraum 32. Über die mindestens eine Nut 34, die Nuten 35 im Absatz 31 des Düsengehäuseteils 15 und den Ringspalt 36 strömt der Kraftstoff in den zweiten Federraum 39. Von dort gelangt der Kraftstoff entlang dem mindestens einen Anschliff 40 in den Dü-

senraum 41. Aufgrund der hydraulischen Verbindungen zwischen dem Ringraum 44, dem ersten Federraum 32, dem zweiten Federraum 39 und dem Druckraum 41 herrscht sowohl im Ringraum 44, als auch im ersten Federraum 32, dem zweiten Federraum 39 und dem Druckraum 41 Systemdruck. Der Systemdruck liegt dabei vorzugsweise im Bereich von 5 1300 bis 1600 bar.

Durch das im Vergleich zur Einspritzmenge große Kraftstoffvolumen im Kraftstoffhochdruckspeicher 5 bleibt auch beim Betrieb des Kraftstoffinjektors 1 der Druck im Ringraum 44, im ersten Federraum 32, im zweiten Federraum 39 und im Druckraum 41 konstant.

10 Zum Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung 16 wird der Piezoaktor 43 bestromt. Hierdurch dehnen sich die Piezokristalle im Piezoaktor 43 aus und der Piezoaktor 43 längt sich. Dadurch, dass der Piezoaktor 43 direkt auf die obere Stirnfläche 42 des Druckübersetzers 8 wirkt, wird der Druckübersetzer 8 entgegen der mit dem Pfeil 46 gekennzeichneten Bewegungsrichtung mit einer unteren Stirnseite 47 in den Übersetzzerraum 20 bewegt. Hierdurch verringert sich das Volumen im Übersetzzerraum 20, wodurch der Druck darin steigt. Hierdurch steigt die hydraulische Kraft, die auf eine Stirnfläche 48 am Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkt. Die auf die Stirnfläche 48 wirkende hydraulische Kraft ist einer auf eine erste Druckstufe 49 am Ring 25, auf eine zweite Druckstufe 50 zwischen dem Führungsabschnitt 12 und dem Nadelabschnitt 13 des Einspritzventilgliedes 10 und auf eine dritte Druckstufe 51 im Nadelabschnitt 13 des Einspritzventilgliedes 10 wirkenden hydraulischen Kraft entgegengerichtet. Sobald die auf die Stirnfläche 48 wirkende hydraulische Kraft größer ist als die auf die erste Druckstufe 49, die zweite Druckstufe 50 und die dritte Druckstufe 51 wirkende hydraulische Kraft, wird 15 20 25 das Einspritzventilglied 10 an die Dichtkante 17 gestellt und verschließt so die mindestens eine Einspritzöffnung 16 zu einem Brennraum 52 der Verbrennungskraftmaschine. Das Verschließen der mindestens eine Einspritzöffnung 16 wird durch die Federkraft des Federelementes 24 unterstützt. Hierzu wirkt das Federelement 24 auf eine der ersten Druckstufe 49 gegenüberliegende Stirnfläche 54 des Ringes 25.

30 Zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum 52 der Verbrennungskraftmaschine wird die Bestromung des Piezoaktors 43 aufgehoben. Hierdurch kontrahieren die Piezokristalle und der Piezoaktor 43 zieht sich zusammen. Unterstützt durch die von dem Federelement 27 ausgeübte Federkraft bewegt sich der Druckübersetzer 8 in die mit dem Pfeil 46 gekennzeichnete Bewegungsrichtung. Hierdurch bewegt sich die untere Stirnfläche 47 des Druckübersetzers 8 aus dem Übersetzzerraum 20, wodurch sich dessen Volumen vergrößert. Aufgrund des sich vergrößernden Volumens des Übersetzzerraumes 20 nimmt der Druck im Übersetzzerraum 20 ab. Da der Druck im Übersetzzerraum 20 hierbei unter den Systemdruck 35 sinkt, ist es erforderlich, dass die Verbindung zwischen der Hülse 19 und dem Absatz 22

-8-

im Übersetzergehäuse 9 druckdicht ist. Die Befüllung des Übersetzerraumes 20 erfolgt durch Führungsleckage zwischen dem Übersetzergehäuse 9 und dem Druckübersetzer 8 bzw. zwischen der Innenseite 43 der Hülse 19 und dem Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10.

5

Aufgrund des sinkenden Drucks im Übersetzerraum 20 bei nicht bestromten Piezoaktor 43 nimmt die auf die Stirnfläche 38 des Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkende hydraulische Kraft ab. Sobald die auf die erste Druckstufe 49, die zweite Druckstufe 50 und die dritte Druckstufe 51 wirkende hydraulische Kraft größer ist als die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche 38 und die Federkraft des Federelementes 34, hebt sich das

10 Einspritzventilglied 10 aus der Dichtkante 17 und gibt so die mindestens eine Einspritzöffnung 16 frei. Hierbei strömt Kraftstoff aus dem Druckraum 41 über die Einspritzöffnung 16 in den Brennraum 52.

15

Zum Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung 16 wird der Piezoaktor 43 wieder bestromt. Die Piezokristalle dehnen sich dadurch aus und der Piezoaktor 43 längt sich. Hierdurch fährt der Druckübersetzer 8 wieder entgegen der mit dem Pfeil 46 gekennzeichneten Bewegungsrichtung in den Übersetzerraum 20 ein, wodurch sich das Volumen des Übersetzerraumes 20 verringert. Hierdurch vergrößert sich wiederum der Druck im Übersetzerraum 20 und damit die auf die Stirnfläche 48 des Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkende hydraulische Kraft. Gleichzeitig bleibt die auf die erste Druckstufe 49, die zweite Druckstufe 50 und die dritte Druckstufe 51 wirkende hydraulische Kraft konstant, da der zweite Federraum 39 und der Druckraum 41 von konstant bleibendem Systemdruck beaufschlagt sind. Sobald die auf den Ring 25 wirkende Federkraft des Federelementes 24 und die hydraulische Kraft, die auf die Stirnfläche 48 am Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkt, größer ist als die auf die erste Druckstufe 49, die zweite Druckstufe 50 und die dritte Druckstufe 51 wirkende hydraulische Kraft, bewegt sich das Einspritzventilglied 10 in Richtung der mindestens eine Einspritzöffnung 16 und wird an die Dichtkante 17 gestellt. Hierdurch wird die mindestens eine Einspritzöffnung 16 verschlossen und der Einspritzvorgang in den Brennraum 52 beendet.

-9-

Bezugszeichenliste

- |    |  |
|----|--|
| 1  | Kraftstoffinketor                          |
| 2  | Kraftstoffvorratsbehälter                  |
| 5  | 3 Hochdruckpumpe                           |
|    | 4 Hochdruckleitung                         |
|    | 5 Kraftstoffhochdruckspeicher              |
|    | 6 Anschluss                                |
|    | 7 Kraftstoffzuleitung                      |
| 10 | 8 Druckübersetzer                          |
|    | 9 Übersetzergehäuse                        |
|    | 10 Einspritzventilglied                    |
|    | 11 Übersetzerabschnitt                     |
|    | 12 Führungsabschnitt                       |
| 15 | 13 Nadelabschnitt                          |
|    | 14 Injektorgehäuseteil                     |
|    | 15 Düsengehäuseteil                        |
|    | 16 Einspritzöffnung                        |
|    | 17 Dichtkante                              |
| 20 | 18 Nadelführung                            |
|    | 19 Hülse                                   |
|    | 20 Übersetzerraum                          |
|    | 21 Beißkante                               |
|    | 22 Absatz                                  |
| 25 | 23 Stirnfläche der Hülse 19                |
|    | 24 Federelement                            |
|    | 25 Ring                                    |
|    | 26 Einstich                                |
|    | 27 Federelement                            |
| 30 | 28 Stufe am Übersetzergehäuse 9            |
|    | 29 Ring                                    |
|    | 30 Stufe am Druckübersetzer 8              |
|    | 31 Absatz am Düsengehäuseteil 15           |
|    | 32 Erster Federraum                        |
| 35 | 33 Innenwand des Injektorgehäuseteils 14   |
|    | 34 Nut                                     |
|    | 35 Nut im Absatz 31 am Düsengehäuseteil 15 |
|    | 36 Ringspalt                               |
|    | 37 Außenwand der Hülse 19                  |

-10-

- 38      Innenwand des Düsengehäuseteils 15
- 39      Zweiter Federraum
- 40      Anschliff
- 41      Druckraum
- 5        42      Obere Stirnfläche
- 43      Piezoaktor
- 44      Ringraum
- 45      Spalt
- 46      Bewegungsrichtung des Druckübersetzers 8
- 10      47      Untere Stirnfläche
- 48      Stirnfläche am Übersetzerbereich 11
- 49      Erste Druckstufe
- 50      Zweite Druckstufe
- 51      Dritte Druckstufe
- 15      52      Brennraum
- 53      Innenseite der Hülse 19
- 54      Stirnfläche des Rings 25

5

Patentansprüche

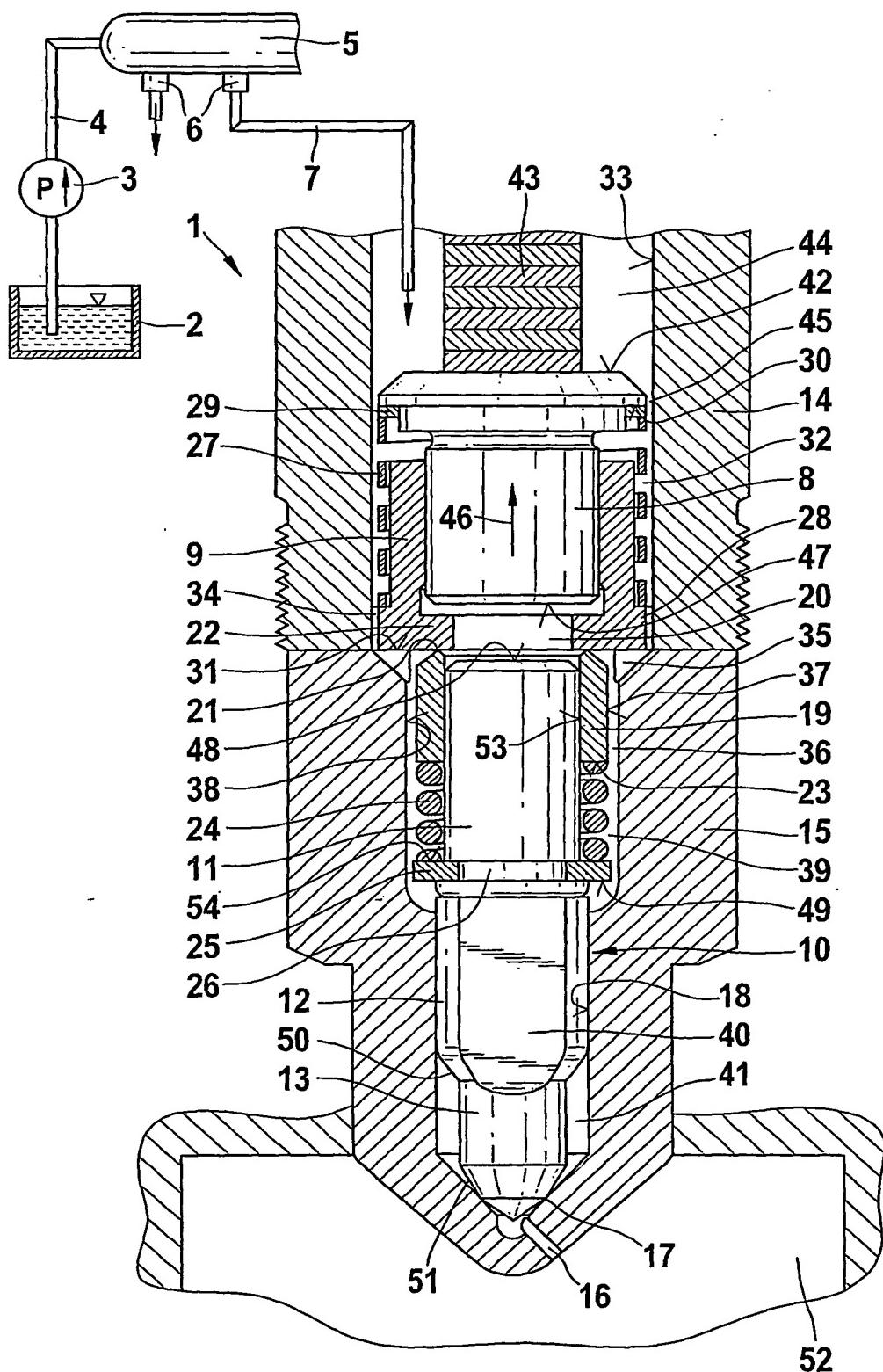
1. Kraftstoffinjektor für Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoffhochdruckspeicher (5), einen Druckübersetzer (8) und ein Einspritzventilglied (10) umfassend, welches zumindest einen Übersetzerabschnitt (11) und einen mindestens eine Einspritzöffnung (16) verschließenden Nadelabschnitt (13) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckübersetzer (8) in einem Übersetzergehäuse (9) aufgenommen ist und sich auf einem Federelement (27) abstützt, welches das Übersetzergehäuse (9) umgibt, wodurch das Übersetzergehäuse (9) auf einem das Einspritzventilglied (10) umschließenden Düsengehäuseteil (15) fixiert ist.
2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Übersetzergehäuse (9) von einem Injektorgehäuseteil (14) umschlossen ist.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffinjektor (1) durch einen Piezoaktor (43) angesteuert wird.
4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Piezoaktor (43) direkt auf eine obere Stirnfläche (42) des Druckübersetzers (8) wirkt.
5. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Übersetzerabschnitt (11) des Einspritzventilgliedes (10) durch eine Hülse (19) umschlossen ist.
6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (19) einen Übersetzerraum (20) seitlich begrenzt und abdichtet.
7. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Übersetzerraum (20) an zwei gegenüberliegenden Seiten durch eine untere Stirnfläche (47) des Druckübersetzers (8) und durch eine Stirnfläche (48) des Übersetzerabschnitts (11) des Einspritzventilgliedes (10) begrenzt wird
8. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (19) eine Beißkante (21) aufweist, die mittels eines den Übersetzerabschnitt (11) des Einspritz-

-12-

ventilgliedes (10) umgebenden Federelementes (24) gegen einen Absatz (22) des Übersetzergehäuses (9) gedrückt wird und so eine druckdichte seitliche Begrenzung des Übersetzerraumes (20) bildet.

- 5        9. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Einspritzventilglied (10) einen Führungsabschnitt (12) mit mindestens einem Anschliff (40) umfasst.
- 10      10. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Führungsabschnitt (12) des Einspritzventilgliedes (10) in einer Nadelführung (18) im Düsengehäuseteil (15) geführt wird.
- 15      11. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Übersetzergehäuse mit einer Stufe (28) im Injektorgehäuseteil (14) geführt wird.
- 20      12. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein das Übersetzergehäuse (9) umgebender erster Federraum (32) und ein den Übersetzerabschnitt (11) des Einspritzventilgliedes (10) umgebender zweiter Federraum (39) durch mindestens eine Nut (34) in der Stufe (28), einen Ringspalt (36) und Nuten (35) im Düsengehäuseteil (15) miteinander hydraulisch verbunden sind.
- 25      13. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein den Nadelabschnitt (13) des Einspritzventilgliedes (10) umgebender Druckraum (41) und der den Übersetzerabschnitt (11) des Einspritzventilgliedes (10) umgebende zweite Federraum (39) durch den mindestens einen Anschliff (40) in Führungsabschnitt (12) des Einspritzventilgliedes (10) miteinander hydraulisch verbunden sind.
- 30      14. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Federraum (32), im zweiten Federraum (39) und im Druckraum (41) Systemdruck herrscht.
- 35      15. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Übersetzerraum (20) durch Führungsleckage zwischen der Hülse (19) und dem Übersetzerabschnitt (11) des Einspritzventilgliedes (10) bzw. zwischen dem Übersetzergehäuse (9) und dem Druckübersetzer (8) mit Kraftstoff versorgt wird.

1 / 1



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/001982

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F02M59/46 F02M51/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/034594 A1 (SCHMIEDER DIETMAR ET AL) 20 February 2003 (2003-02-20) page 2, paragraph 21 – page 2, paragraph 24; figure 1 ----- A WO 03/038269 A (BOSCH GMBH ROBERT ; BREKLE HANS (DE); MATTES PATRICK (DE)) 8 May 2003 (2003-05-08) page 4, line 28 – page 6, line 34; figure 1 ----- A DE 101 40 524 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 February 2003 (2003-02-27) column 3, paragraph 20 – column 3, paragraph 21; figure 1 ----- -/-	1-7, 11, 15  1-4  1-4

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the Invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search  24 November 2004	Date of mailing of the International search report  02/12/2004
Name and mailing address of the ISA  European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Etschmann, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/001982

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/29403 A (BOSCH GMBH ROBERT ; BOEE MATTHIAS (DE); HOHL GUENTHER (DE); KEIM NORBE) 26 April 2001 (2001-04-26) page 7, paragraph 4 – page 8, paragraph 1; figure 1 -----	1
A	DE 101 39 871 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 February 2003 (2003-02-27) Abstract -----	1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001982

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2003034594	A1	20-02-2003	DE FR JP US	10140197 A1 2828715 A1 2003065179 A 2004026839 A1		13-03-2003 21-02-2003 05-03-2003 12-02-2004
WO 03038269	A	08-05-2003	DE WO EP US	10151688 A1 03038269 A1 1440237 A1 2004154562 A1		30-04-2003 08-05-2003 28-07-2004 12-08-2004
DE 10140524	A	27-02-2003	DE	10140524 A1		27-02-2003
WO 0129403	A	26-04-2001	DE CN CZ WO DE EP JP US	19950760 A1 1327507 T 20012269 A3 0129403 A1 50003719 D1 1149237 A1 2003512558 T 6685105 B1		26-04-2001 19-12-2001 12-06-2002 26-04-2001 23-10-2003 31-10-2001 02-04-2003 03-02-2004
DE 10139871	A	27-02-2003	DE	10139871 A1		27-02-2003

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001982

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F02M59/46 F02M51/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/034594 A1 (SCHMIEDER DIETMAR ET AL) 20. Februar 2003 (2003-02-20) Seite 2, Absatz 21 – Seite 2, Absatz 24; Abbildung 1 -----	1-7, 11, 15
A	WO 03/038269 A (BOSCH GMBH ROBERT ; BREKLE HANS (DE); MATTES PATRICK (DE)) 8. Mai 2003 (2003-05-08) Seite 4, Zeile 28 – Seite 6, Zeile 34; Abbildung 1 -----	1-4
A	DE 101 40 524 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27. Februar 2003 (2003-02-27) Spalte 3, Absatz 20 – Spalte 3, Absatz 21; Abbildung 1 ----- -/-	1-4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- <sup>b</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

24. November 2004

02/12/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Etschmann, G

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001982

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 01/29403 A (BOSCH GMBH ROBERT ; BOEE MATTHIAS (DE); HOHL GUENTHER (DE); KEIM NORBE) 26. April 2001 (2001-04-26) Seite 7, Absatz 4 - Seite 8, Absatz 1; Abbildung 1 -----	1
A	DE 101 39 871 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27. Februar 2003 (2003-02-27) Abstract -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001982

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003034594	A1	20-02-2003	DE FR JP US	10140197 A1 2828715 A1 2003065179 A 2004026839 A1		13-03-2003 21-02-2003 05-03-2003 12-02-2004
WO 03038269	A	08-05-2003	DE WO EP US	10151688 A1 03038269 A1 1440237 A1 2004154562 A1		30-04-2003 08-05-2003 28-07-2004 12-08-2004
DE 10140524	A	27-02-2003	DE	10140524 A1		27-02-2003
WO 0129403	A	26-04-2001	DE CN CZ WO DE EP JP US	19950760 A1 1327507 T 20012269 A3 0129403 A1 50003719 D1 1149237 A1 2003512558 T 6685105 B1		26-04-2001 19-12-2001 12-06-2002 26-04-2001 23-10-2003 31-10-2001 02-04-2003 03-02-2004
DE 10139871	A	27-02-2003	DE	10139871 A1		27-02-2003